Die Schleimorgane der Marchantieen.

(Mit 2 Tafeln.)

Von **Rudolf Prescher.**

Das Vorhandensein von Schleimorganen bei den Marchantieen ist eine erst in jüngster Zeit bekannt gewordene Thatsache. Unter den zahlreichen älteren Arbeiten, die sich mit dieser Gruppe der Lebermoose beschäftigen, finden sich nur äusserst wenige, welche diesbezügliche Beobachtungen enthalten, und wo solche vorhanden sind, entbehren sie sämmtlich der richtigen Erklärung.

Nees von Esenbeck ist — soweit meine Kenntniss der Literatur reicht — der Erste, welcher eine solche Beobachtung documentirt hat. In dem IV. Bande seiner „Naturgeschichte der europäischen Lebermoose" findet sich S. 188, wo er von dem anatomischen Baue der *Fegatella conica* spricht, folgende Bemerkung:

„Die Mittelrippe (des Thallus) besteht aus sehr lang gestreckten parenchymatischen Zellen, welche auf dem Querschnitt engverbundene Sechsecke bilden und nach der Ventralseite 4—5 kreisrunde, zweimal so grosse, von 5—6 Zellen umgebene Öffnungen als Mündungen ebensovieler horizontaler Lufthöhlen zeigen."

Diese Notiz ist in der Schilderung der Verhältnisse correct genug, um uns deutlich erkennen zu lassen, dass Nees die Schleimschläuche der *Fegatella* auf Querschnitten beobachtet hat. Seine falsche Deutung der Thatsache ist leicht dadurch erklärlich, dass der Schleim im gequollenen Zustande vollständig die Lichtbrechung des Wassers besitzt. Auf frischen Präparaten ist daher ein den Schläuchen eigenthümlicher Inhalt nicht zu erkennen.

Derselbe Umstand erklärt uns die irrthümliche Auffassung der Verhältnisse von Seiten zweier anderer Beobachter.

Sachs bildet in seinem „Lehrbuch der Botanik"[1] die Schleimzellen im weiblichen Hute der *Marchantia polymorpha* zwar ab, beschreibt sie aber in der Erklärung zur Figur einfach als „grosse Zellen", ohne etwas über den Inhalt derselben zu erwähnen.

In ähnlicher Weise hat A. Voigt[1] die überaus grossen Schleimzellen, die sich bei *Marchantia cartilaginea* innerhalb der Epidermis und im interstitienlosen Gewebe des Thallus finden, zwar beobachtet, aber falsch erklärt. Er beschreibt sie [2] als „ansehnliche Hohlräume" und bemerkt, dass die im interstitienlosen Gewebe gelegenen „von engen, derben, kleinen chlorophylfreien Zellen umschlossen werden, welche den Eindruck machen, als seien sie durch einen Druck vom Innern der Höhle aus modificirt worden". Man sollte glauben, dass ihm diese Beobachtung die Annahme eines quellungsfähigen Inhalts hätte nahelegen müssen, allein er fügt hinzu: „Einen diesen Höhlen eigenthümlichen Inhalt vermochte ich nicht zu beobachten; sichere Aufschlüsse über Natur und Function derselben werden nur dann zu gewinnen sein, wenn man lebendes Material untersuchen kann". Dies ist nun in Wirklichkeit nicht nöthig. Ich konnte mich an demselben Materiale, welches Voigt bei seinen Untersuchungen zur Verfügung stand, von der wahren Natur dieser „Hohlräume" sehr wohl überzeugen.

Die eben erwähnte Voigt'sche Arbeit veranlasste Göbel zur Veröffentlichung einiger Bemerkungen „zur vergleichenden Anatomie der Marchantieen."[3] Er hat das Verdienst in denselben zum ersten Male darauf hingewiesen zu haben, dass die Gewebedifferenzirung (speciell die Differenzirung des interstitienlosen Gewebes) der Marchantieen eine weitergehende ist, als man bisher angenommen hatte; im besonderen aber hat er die von Nees von Esenbeck fälschlicher Weise als Luftcanäle gedeuteten Schleimschläuche der *Fegatella conica* als solche richtig erkannt, und verschiedene Bemerkungen über Entwicklung und Bedeutung derselben darin niedergelegt.

---

[1] Vergl. Fig. 243, IV. Aufl. S. 355.

[2] Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Marchantieen, Inaug. Diss. d. Univ. Leipzig 1879, S. 7. u. Bot. Ztg. 1879, Nr. 46 u. 47.

[3] Arbeiten des bot. Institutes zu Würzburg. Bd. II. Heft III. S. 529 ff.

Ich werde im Folgenden mehrfach Gelegenheit haben, auf Einzelheiten in dieser Arbeit zurückzukommen und erwähne hier nur folgende Hauptpunkte. Göbel gibt an, „dass *Fegatella* eine Anzahl die Mittelregion des Thallus continuirlich durchziehender Schleimgänge hat". Was die Entwicklungsgeschichte derselben anbetrifft, so bemerkt er, „dass dieselben schon sehr nahe am Scheitel angelegt werden" und dass die jungen Schleimzellen sich durch dichten protoplasmatischen Inhalt, aber durch Mangel an Stärke auszeichnen. Er hält es für wahrscheinlich, dass die in den Zellen auftretenden, mit dem Alter der Zelle an Stärke zunehmenden Schleimschichten durch Apposition auf die primäre Membran entstehen und gibt an, dass letztere im Laufe der Entwicklung in einen quellbaren Zustand übergehe, zufolge welches sie bei Wasseraufnahme mit dem Schleime zu einer homogenen, structurlosen Gallerte würde. In Betreff der physiologischen Bedeutung neigt sich Göbel der Ansicht zu, dass die Schleimschläuche „zur Wasserbewegung im Thallus dienen oder denselben insofern gegen Austrocknung schützen möchten, als sie bei eintretender Dürre vielleicht im Stande seien, einen Theil ihres Quellungswassers an andere Thalluszellen abzugeben".

Eine allgemeinere, sehr gedrängte Darstellung der in Frage kommenden Verhältnisse finden wir bei Leitgeb im IV. Heft seiner „Untersuchungen über die Lebermoose". In Betreff der *Fegatella* heisst es daselbst:

„Eine Reihe von Zellen, die theils aus einem, theils aber auch aus zwei Segmenten hervorgehen, verdickt ihre Membranen und diese verschleimen endlich; doch bleiben die Mittellamellen (?) der Querwände in Form ungemein zarter, durch Quellung des Schleimes vielfach verzogener Häute noch lange erhalten, bis auch sie endlich verschwinden. Wahrscheinlich werden auch die Längswände später vollkommen gelöst, so dass der Schleim endlich intercellular liegt."

In Betreff der übrigen Marchantieen bemerkt Leitgeb, dass sich bei allen einzelne Schleimzellen finden, in besonderer Grösse bei *Marchantia (M. chenopoda)*, sowohl im interstitienlosen Gewebe, wie in der Oberhaut und in den Scheidewänden der Luftkammerschichte. Hinsichtlich der physiologischen Bedeutung lässt er es unentschieden, ob man die Schleimorgane

als Wasserreservoire oder als Schwellkörper anzusprechen habe. Den Schleimschläuchen der *Fegatella* ist er geneigt eine ähnliche Wirkung auf das Längenwachsthum der Sprosse zuzuschreiben, wie sie der Markkörper bei den höheren Pflanzen ausübt.

Man wird aus dem Vorstehenden erkennen, dass Göbel's und Leitgeb's Angaben sich nicht durchaus in allen Punkten decken und dass beide Forscher für die Bearbeitung des Gegenstandes noch verschiedene Fragen offen gelassen haben. Eine eingehendere Darstellung der in Frage kommenden Verhältnisse dürfte desshalb nicht unberechtigt erscheinen.

Der folgende Versuch enthält die Ergebnisse einer Bearbeitung des Gegenstandes, die auf Anregung des Herrn Professor Leitgeb im Laboratorium desselben zu Graz begonnen und im botanischen Institut zu Leipzig beendet wurde.

Zur Untersuchung gelangten folgende Gattungen und Species zum Theil im frischen Zustande, theis als Alkohol-, theils als Herbar-Material:

Astroporae: *Clevea hyalina*,
Sauteria alpina,
Plagiochasma Rousselianum.

Operculatae: *P. Aitonia*,
P. cordatum,
P. elongatum,
Reboulia hemisphaerica,
Grimmaldia hypophylla,
Fimbriaria pilosa,
F. fragrans,
F. marginata,
F. Lindenbergiana.

Targionieae: *Targionia Michelii*,

Compositae: *Fegatella conica*.
Lunularia vulgaris,
Dumortiera irrigua,
Preissia commutata,
P. quadrata,
Marchantia polymorpha,
M. tabularis,
M. Berteroana.

M. papillata,
M. linearis,
M. paleacea,
M. geminata,
M. chenopoda,
M. cartilaginea.[1]

Herr Professor Leitgeb war so freundlich, mir das reichhaltige Alkoholmaterial seiner Sammlung zur Verfügung zu stellen; für seine liebenswürdige Unterstützung sei ihm an dieser Stelle der wärmste Dank ausgesprochen.

Auf gleiche Weise bin ich Herrn Hofrath Schenk, durch dessen Güte mir die Benutzung des Leipziger Herbarmaterials möglich wurde, zu grösstem Danke verpflichtet.

Fegatella conica ist von allen mir durch eigene Untersuchung bekannten Marchantieen diejenige, bei welcher die Schleimorgane ihre höchste Entwicklung erreicht haben. Ich will sie desshalb zum Ausgangspunkte der folgenden Darstellung machen und die übrigen Marchantieen, die sich betreffs der zu berücksichtigenden Verhältnisse durch grössere Einfachheit auszeichnen, in systematischer Folge anreihen.

Fegatella conica.

Schon makroskopisch kann man sich von dem Vorhandensein schleimführender Organe bei *Fegatella* leicht überzeugen. Durchschneidet man einen kräftigen Thallus der Pflanze quer an irgend einer Stelle, so beobachtet man nach kurzer Zeit auf jeder der beiden Schnittflächen das Austreten eines grösseren oder kleineren Schleimtropfens. Jeder Schnitt, den man behufs mikroskopischer Untersuchung in einen Tropfen Wasser auf den Objectträger bringt, gibt Veranlassung, den austretenden fadenziehenden Schleim zu bemerken.

Bei der mikroskopischen Betrachtung eines Querschnitts durch den Thallus sieht man, dass sich einzelne Zellen des interstitienlosen Gewebes durch ihre kreisrunde Form und bedeutende Grösse von den übrigen polygonal erscheinenden Zellen aus-

[1] Bezüglich der Nomenclatur habe ich mich ganz an die „Synopsis Hepaticarum" von Gottsche, Lindenberg und Nees von Esenbeck gehalten.

zeichnen. (Taf. I, Fig. 5.) Ein eigenthümlicher Inhalt ist nicht zu erkennen. In dieser Beziehung unterscheiden sich die Zellen von ihrer Umgebung nur durch den vollständigen Mangel an Chlorophyll. Was ihre Vertheilung im Thallus betrifft, so finden sie sich ohne eine bestimmte Anordnung in grösserer Anzahl in der Mittelrippe und vereinzelt auch in den Randtheilen desselben.

Beobachtet man zur weiteren Orientirung einen Längsschnitt durch die Mittelrippe, so findet man, dass jenen kreisrunden Zellen im Querschnitt Längsreihen von Zellen entsprechen, die sich mit Rücksicht auf die sie umgebenden langgestreckten Zellen des interstitienlosen Gewebes durch einen geringeren Längsdurchmesser und durch ausserordentlich dünne Membranen auszeichnen. Die zarten Querwände erscheinen in eigenthümlicher Weise verzogen; betreffs des Inhalts ist nicht mehr zu erkennen, als auf Querschnitten. Man kann desshalb auf dickeren Schnitten die Zellreihen leicht gänzlich übersehen. (Vergl. Tafel I, Fig. 2 den unteren Theil des Schlauches.)

Ist man nun schon durch makroskopische Betrachtung auf das Vorhandensein eines hyalinen Schleimes aufmerksam gemacht worden, so liegt sofort die Annahme nahe, dass man es in jenen Zellreihen mit den schleimführenden Organen des Thallus zu thun habe und dass die dünnen Querwände derselben durch das Austreten des Inhalts durchrissen worden seien. Von der Richtigkeit dieser Annahme wird man vollständig überzeugt, wenn man zur weiteren Untersuchung Alkoholmaterial benutzt. Die Resultate, die sich auf solche Weise ergeben, sind folgende.

Jene Zellreihen, die man auf frischen Präparaten aufsuchen musste, treten jetzt durch ihre eigenthümliche Beschaffenheit so auffallend hervor, dass man sie schon mit blossem Auge als weissliche Streifen in dem umgebenden Gewebe beobachten kann. Der Inhalt der Zellen erweist sich bei mikroskopischer Betrachtung als eine in den meisten Fällen gelblich-braun gefärbte, zuweilen aber auch ganz helle, stark lichtbrechende Substanz, welche die Zelle entweder vollständig erfüllt, oder einen in der Mitte derselben gelegenen Protoplasmakörper umschliesst. In der Regel — doch nicht ausnahmslos — zeigt dieser eigenthümliche Inhalt eine schöne Schichtung. Da, wo Protoplasmareste im Innern der Zellen vorhanden sind, erscheinen dieselben von abwechselnd

stärker und schwächer lichtbrechenden Lamellen umgeben, und eine entsprechend concentrische Anordnung der Schichten ist auch da, wo die Substanz die Zellen vollständig erfüllt, in mehr oder weniger vollkommener Weise zu bemerken. Schliesslich mag noch hinzugefügt werden, dass die Substanz hie und da von den Zellwänden, vorzugsweise von den Querwänden abgelöst erscheint. (Vergl. hiezu Taf. II, Fig. 9 u. 10.)

Was ferner die Vertheilung und Anordnung dieser Zellreihen im Thallus anbelangt, so hat man Gelegenheit zu beobachten: erstens, dass sie nur auf die Mittelrippe beschränkt sind und zweitens, dass sie dieselbe nicht in bestimmter Anzahl „continuirlich“ durchziehen, — wie von Göbel angegeben wurde — sondern in Form von kürzeren und längeren Schläuchen in derselben vertheilt sind. In den Randtheilen des Thallus, wo sie fehlen, und vereinzelt auch in der Mittelrippe, finden sich dagegen einzelne durch gleichen Inhalt ausgezeichnete Zellen.

Wir sehen vor der Hand von den letzteren ab und beschränken unsere Betrachtung zunächst auf die von uns als Schläuche bezeichneten Längsreihen von Zellen.

Beobachtet man einen Längsschnitt, welcher einen oder mehrere solcher Schläuche enthält, bei Zusatz von Wasser, so gibt sich der geschichtete Inhalt derselben sofort als ein in stark und weniger stark quellbare Lamellen differenzirter Schleim zu erkennen. In den seltensten Fällen erhält man vollständige, an beiden Enden geschlossene Schläuche, meistens sind dieselben durch den Schnitt an dem einen Ende geöffnet. Es erfolgt dann die Quellung an diesem der Wasseraufnahme unmittelbar zugänglichen Theile so rasch, dass man sich von der verschiedenen Quellbarkeit der Schichten nicht gut überzeugen kann. Dagegen gibt das im Innern des Gewebes gelegene Ende des Schlauches, zu welchem das Wasser nur langsam durch Diffusion gelangt Gelegenheit zu beobachten, dass — wie schon von Göbel richtig angegeben wurde — die stärker lichtbrechenden Schichten langsamer quellen, als die schwächer lichtbrechenden. Am besten lassen sich die Quellungserscheinungen verfolgen, wenn man sich statt des Wassers des Glycerins bedient.

In allen Fällen verschwindet schliesslich die Schichtung und die bräunliche Färbung vollständig und der Schleim nimmt eine

durchaus hyaline Beschaffenheit an. Die Volumzunahme ist — da der Schleim unbegrenzte Quellungsfähigkeit besitzt — so bedeutend, dass durch den in den Zellen verursachten hydrostatischen Druck die dünnen Querwände nach der Mündung des Schlauches hin durchrissen werden und auf diese Weise ein Austreten des Schleimes erfolgt.

Eine Quellung der Membranen, wie sie von Göbel angegeben wird, findet nicht statt.

Dass übrigens der Schleim im gequollenen Zustande durchaus nicht für eine „structurlose Gallerte" gehalten werden darf, davon kann man sich durch erneuten Zusatz von Alkohol überzeugen. Es wird auf diese Weise eine abermalige Contraction des Inhalts bewirkt, bei welcher sich nicht nur die den einzelnen Zellen entsprechenden Schleimballen deutlich von einander abgrenzen, sondern auch die Schichtung und die bräunliche Färbung wieder hervortreten. Durch abwechselnden Gebrauch von Wasser und Alkohol kann man diese Vorgänge beliebige Male wiederholen.

Hat man einen Schlauch durch den Schnitt auf eine grössere Strecke hin tangirt, so dass bei der Quellung die einzelnen Schleimballen unmittelbar aus den Zellen heraustreten können, dann hat man Gelegenheit zu beobachten, dass dieselben nicht ineinander fliessen, sondern sich durch äusserst feine Conturen von einander abgrenzen. Dabei geschieht es sehr oft, dass kleine Stärkekörnchen oder andere körnige Elemente der umgebenden Zellen zwischen die quellenden Massen hineingerathen, wodurch Erscheinungen hervorgerufen werden, die jedenfalls die Veranlassung zu der Göbel'schen Bemerkung gegeben haben: „Bei der Quellung der primären Zellwand sieht man längs derselben kleine Tröpfchen hervortreten".

Beschränkt man sich auf die Beobachtung von Alkoholmaterial, so können solche Irrthümer leicht vorkommen, weil die dünnen Membranen, deren Lichtbrechung sich wenig von der des hyalinen Schleimes unterscheidet, leicht übersehen werden können. Bringt man die Schnitte auf längere Zeit in Wasser, so löst sich allmälig der Schleim aus den Zellen heraus und die Membranen sind dann ebenso deutlich zu erkennen, wie auf frischen Präparaten.

Ebenso wie Wasser und Glycerin wirken auch Säuren (Salzsäure, Salpetersäure, verdünnte Schwefelsäure, Essigsäure) und Alkalien (Kali, Natron, Ammoniak) quellend auf den Schleim. Wendet man diese Reagentien nicht zu concentrirt an und lässt man sie nicht zu lange einwirken, so kann bei nachträglicher Contraction durch Alkohol auch die Schichtung wieder hervorgerufen werden. Im entgegengesetzten Falle wird die Structur des Schleimes durch diese Substanzen zerstört. Bei Zusatz von Alkohol kehrt dann die Schichtung nicht mehr zurück, sondern es nimmt der Schleim darnach eine äusserst feinkörnige Beschaffenheit an.

Eine charakteristische Reaction wird neben der Quellung durch keine der genannten Substanzen hervorgerufen. In dieser Beziehung verhält sich der Schleim überhaupt äusserst indifferent. Was auf mikrochemischem Wege festgestellt werden kann, ist Folgendes:

Bei Anwendung von Jod in wässeriger Lösung oder als Jodjodkalium tritt absolut keine Färbung ein; ebenso bewirkt Chlorzinkjod nur Quellung. Jod und Schwefelsäure in Verbindung dagegen geben eine deutliche Gelbfärbung. Es sind diese Reactionen zugleich die einzigen, welche einen Schluss auf die chemische Natur des Schleimes gestatten dürften. Von zahlreichen negativen Resultaten, die durch Versuche mit verschiedenen anderen Reagentien erhalten wurden, hebe ich nur das eine hervor, dass der Schleim Kupferoxyd in alkalischer Lösung nicht zu reduciren vermag.

Zwei Fragen, deren Beantwortung von Wichtigkeit für unsern Gegenstand sein würde, ob nämlich bei Behandlung mit Salpetersäure nur Oxalsäure oder Oxalsäure und Schleimsäure als Endproducte entstehen, und ferner, ob eine Überführung des Schleimes in Zucker möglich sei, sind auf mikrochemischem Wege mit Sicherheit nicht zu beantworten. Makrochemische Untersuchungen aber, wie sie Frank[1], Kirchner[2] und

[1] Frank: „Zur Kenntniss der Pflanzenschleime". Erdmann's Journal für prakt. Chemie.

[2] Kirchner: „Untersuchungen über den Pflanzenschleim". Inaug. Diss. d. Univ. Göttingen.

Tollens [1] für einige Pflanzenschleime ausgeführt haben, waren natürlich in diesem Falle nicht möglich.

Mit Rücksicht auf das Beobachtete, wonach der Schleim der *Fegatella* sich ebenso wie der Schleim der *Althaea officinalis* [2] verhalten würde, haben wir jedenfalls Grund, ihn nicht sowohl für eine Cellulosemodification, sondern für ein Gummi zu halten.

An dieser Stelle mögen schliesslich noch einige Farbstoffreactionen Erwähnung finden, die auf der bedeutenden Imbibitionsfähigkeit des Schleimes beruhen, und die, wenn sie gleich nichts zur näheren Kenntniss der chemischen Natur des Schleimes beitragen, doch insofern von einem gewissen praktischen Interesse sind, als durch sie die Auffindung der einzelnen Schleimzellen wesentlich erleichtert wird. Es ist hier vor Allem das Haematoxylin zu erwähnen. Wendet man dasselbe in wässriger Lösung (der ganz wenig Alaun zugesetzt ist) an, so erzielt man eine schöne violettblaue Färbung des Schleims, die bei längerer Einwirkung des Reagens ins Tiefblaue übergeht. Neben dem Haematoxylin sind dann auch Anilinfarben in wässriger Lösung mit Vortheil zu verwenden, wie z. B. Fuchsin, wodurch eine prächtig rothe Färbung des Schleimes erzielt wird.

Nachdem im Vorhergehenden der Inhalt der Schläuche zum Gegenstande eingehenderer Erörterung gemacht worden ist, legt sich nun die Frage nahe, wie man die zarten Membranen dieser Schläuche zu deuten habe, ob als Mittellamellen oder als primäre Membranen? Es ist aber klar, dass diese Frage mit derjenigen nach der Entstehung der Schleimschichten zusammenfällt, und dass diese wiederum nur durch das Studium der Entwicklungsgeschichte der Schläuche gelöst werden kann.

In dieser Beziehung ist nun vor Allem die Beobachtung frischen Materials zu empfehlen, weil man bei einer solchen nicht Gefahr läuft, in Irrthümer zu gerathen, wie sie die Untersuchung von Alkoholmaterial so leicht mit sich bringen kann. Dabei ist indessen zu beachten, dass eine Beobachtung der Präparate in

---

[1] Kirchner u. Tollens: „Untersuchungen über den Pflanzenschleim". Annalen der Chem. u. Pharm. Bd. 175.

[2] Frank: „Über die anatom. Bedeutung u. die Entstehung der veget. Schleime". Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. V. Bd.

Wasser, wegen der starken Quellungsfähigkeit des Schleimes, ebenfalls nicht geeignet ist. Ich probirte aus diesem Grunde zunächst verschieden-concentrirte Salz- und Zuckerlösungen, ohne indessen günstige Resultate zu erhalten. Am meisten geeignet erschien mir darnach Eiweiss, welches ja am besten bei Untersuchungen zu verwenden ist, bei welchen eine Diffusion zwischen Zellinhalt und umgebendem Medium möglichst vermieden werden soll. Es bringt der Gebrauch desselben indessen den Nachtheil mit sich, dass durch dasselbe die Einwirkung von Reagentien auf das Präparat stark beinträchtigt wird. Ich befolgte desshalb schliesslich die einfache Methode, dass ich die Schnitte mit einem nur ganz wenig befeuchteten Pinsel unmittelbar auf den Objectträger brachte, und rasch mit einem Deckgläschen bedeckte, die Präparate also nur in dem eigenen Zellsaft beobachtete. Auf diese Weise gelingt es wenigstens, Schläuche, die durch den Schnitt nicht geöffnet sind, unverändert zu beobachten.

Die Resultate, die sich bei einer derartigen Untersuchung ergeben, sind folgende:

Längsschnitte, die durch den Scheitel eines austreibenden Sprosses gelegt werden, lassen erkennen, dass die Schläuche bereits sehr nahe dem Vegetationspunkte differenzirt werden. (Taf. I, Fig. 4.) Sie erscheinen hier als Zellreihen, deren Anfänge bis in die Nähe der Scheitelzelle verfolgt werden können und die sich durch Form und Inhalt ihrer Glieder schon in dieser Region auffallend von ihrer Umgebung unterscheiden. In ersterer Beziehung ist die kurzcylindrische Gestalt der Zellen charakteristisch. (Übrigens muss bemerkt werden, dass dieser Formunterschied mit Bezug auf die benachbarten Zellen noch nicht in dem allerjüngsten, am Scheitel gelegenen Theile eines Schlauches besonders scharf hervortritt, sondern erst in einiger Entfernung von diesem charakteristisch wird.) Bei der regelmässig cylindrischen Form der einzelnen Zellen fällt, wenn es gelungen ist, längere Schläuche unverletzt zu erhalten, eine Gliederung derselben in einzelne, durch mehr oder weniger schiefgestellte Wände von einander getrennte Abschnitte umsomehr auf. Man kann dieselben, wenn man auf diesen Punkt bei der Untersuchung nur einige Rücksicht nimmt, in den meisten Fällen beobachten und wird dadurch zu dem Schlusse geführt, dass zur Bildung solcher

Schläuche Zellen mehrerer hinter einander gelegenen Segmente verwendet werden, aus welchen dann durch wiederholte Quertheilungen die eigentlichen Schleimzellen hervorgehen. (Taf. II, Fig. 7.) Aus der Anzahl der Abschnitte würde man darnach auf die Zahl der in die Bildung eines Schlauches eingegangenen Segmente schliessen dürfen.

Zuweilen kommt es vor, — wie auch schon von Göbel beobachtet wurde — dass die einzelnen Schlauchzellen nochmals durch Längswände getheilt sind; ausserdem beobachtete ich einige Male eigenthümlich schiefe Wände. Doch sind solche Ausnahmefälle ziemlich seltene Erscheinungen. (Vergl. hierzu Taf. I, Fig. 3 u. Taf. II, Fig. 8.)

Was nun die Beschaffenheit der Membranen und den Inhalt der Zellen anbelangt, so unterscheiden sich dieselben in Betreff der ersteren in der Nähe des Scheitels durchaus nicht von ihrer Umgebung, dagegen ist der Inhalt ein wesentlich anderer. Ein dichtes feinkörniges Protoplasma erfüllt den Innenraum der Zellen beinahe vollständig, nur eine kleine Vacuole ist in den jüngsten Stadien zu beobachten, in älteren erkennt man ein grösseres Lumen. Jede Zelle besitzt einen ansehnlichen Kern, der auf Präparaten, die in der eben angegebenen Weise behandelt wurden, nicht besonders deutlich zu erkennen ist, auf Zusatz von Essigsäure aber leicht hervortritt. (Taf. I, Fig. 1—3.) Chlorophyll, welches die Zellen des interstitienlosen Gewebes sehr nahe am Scheitel bilden, mangelt vollständig; ebenso ist Stärke, welche in dem umgebenden Gewebe sehr bald auftritt, niemals vorhanden.

Diese Beschaffenheit der Membranen und des Inhalts zeigen die Zellen in der Scheitelregion des Thallus. Mit wachsender Entfernung vom Vegetationspunkte bemerkt man, dass die dünnen Membranen der Zellen durch eine homogene stark lichtbrechende Schicht verdickt werden, die zunächst als dünne Lamelle auftretend, rasch zu grösserer Stärke heranwächst und schliesslich den Innenraum der Zelle fast vollständig erfüllt. Mit der Ablagerung dieser Schichten nehmen die Zellen zugleich bedeutend an Volumen zu und strecken sich dabei mehr und mehr in die Länge, so dass schliesslich der Längsdurchmesser den Querdurchmesser übertrifft. Was das Verhalten des

plasmatischen Inhalts und der Kerne während dieses Processes betrifft, so beobachtet man, dass die letzteren früher oder später dabei verschwinden; man findet sie meist schon nicht mehr in den Zellen, in welchen die Schichten noch von unbedeutender Stärke sind. Ihre Substanz wird jedenfalls in dem Protoplasma vertheilt. Dieses selbst erhält eine mehr und mehr vacuolige Beschaffenheit und nimmt schliesslich einen nur unbedeutenden Raum in der Zelle ein. (Vergl. hiezu Taf. I, Fig. 1—3.)

Von der bedeutenden Quellungsfähigkeit der Schichten, die sich dadurch als Schleimschichten zu erkennen geben, wird man bei der Betrachtung frischer Präparate ohne Weiteres überzeugt. In der Regel nämlich werden durch den Querschnitt, mit welchem man ein Scheitelstück des Thallus abgetrennt hat, einzelne Schläuche geöffnet. Häufig geschieht dies auch bei der Herstellung der Längsschnitte selbst noch, und man beobachtet dann, ohne dass man nöthig hätte, ein Quellungsmittel hinzuzufügen, wie die Querwände durch die quellenden Schichten durchrissen werden und die Plasmakörper der betreffenden Zellen durch die ganze Reihe der durchrissenen Zellen hindurch nach dem Ausgange sich bewegen. (Vergl. Taf. I, Fig. 2.)

Dieses Durchreissen der Membranen kann man aber auch an unverletzten Schläuchen sehr wohl beobachten, wenn man dem Präparat Wasser oder ein anderes Quellungsmittel zuführt. Es findet dann aber meist in entgegengesetzter Richtung statt. Die quellenden Schichten reissen die Membranen nicht nach unten, wie dies bei geöffneten Schläuchen ganz natürlich ist, sondern nach oben durch, weil die jungen Schlauchzellen, in welchen nur eine dünne oder noch gar keine Schleimschichte vorhanden ist, sicherlich in einem Zustand geringerer Spannung sich befinden, als die von der quellenden Substanz erfüllten Zellen.

Es muss ganz besonders betont werden, dass diese Quellungsfähigkeit der Schichten, die wir ja schon bei Betrachtung älterer Schläuche kennen gelernt haben, auch den jüngsten Schichten eigen ist, dass der Schleim also von Anfang an diese Fähigkeit besitzt, dass er überhaupt im Laufe der Entwicklung seine physikalischen Eigenschaften nicht wechselt, sondern dieselben unverändert beibehält. (Es gelingt desshalb auch niemals durch

Substanzen, die im Allgemeinen wasserentziehend wirken, wie Glycerin, Salzlösungen u. a. die Schleimschichten von der Zellwand abzulösen. Man bewirkt dadurch stets nur eine Contraction des Plasmas, während der Schleim stets dabei eine Quellung erfährt.)

Genau das Gleiche gilt von den chemischen Eigenschaften des Schleimes. Die Reactionen, die wir oben für den Inhalt der ausgebildeten Schläuche angegeben haben, gelten ebensowohl für die jüngeren und jüngsten Schleimschichten. Dieselben geben mit Jod, Jodjodkalium und Chlorzinkjod ebenfalls keine Färbung, zeigen die charakteristische Gelbfärbung mit Jod und Schwefelsäure und erweisen sich anderen Reagentien gegenüber ebenso indifferent, wie dies von dem Schleime der ausgebildeten Schläuche angegeben wurde.

Was endlich die Membranen der Zellen betrifft, so zeigen dieselben in den Jugendstadien der Schläuche mit Chlorzinkjod die für die Cellulose charakteristische violette und mit Jod und Schwefelsäure die ebenso bekannte blaue Färbung. Bei der Behandlung eines Präparates mit den letztgenannten Reagentien gelang es mir, den betreffenden Schlauch vollständig frei zu präpariren, so dass ich mich auf die untrüglichste Weise von dem Eintritt der Reaction überzeugen konnte. Bei älteren Schläuchen gelang es mir dagegen nicht mehr, eine deutliche Färbung der Membranen durch Chlorzinkjod oder durch Jod und Schwefelsäure hervorzubringen, während sich dieselben in Schwefelsäure noch löslich erwiesen.

Das Freipräpariren der Schläuche ist mit ziemlichen Schwierigkeiten verknüpft und keine Methode besonders zu empfehlen. Es gelang mir überhaupt nur, jüngere Zustände aus dem umgebenden Gewebe heraus zu lösen und zwar einmal, wie schon erwähnt, bei der Behandlung des Präparates mit Jod und Schwefelsäure, im Übrigen durch längeres Kochen mit Kali. Ausserdem scheint eine längere Einwirkung von Chromsäurelösung auf die Präparate am Besten eine entsprechende Maceration zu bewirken. Behandlung mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali führte niemals zum Ziele.

Ältere Schläuche konnte ich niemals, selbst nach längerem Kochen mit verdünntem Kali nicht, aus dem umgebenden Gewebe

vollständig und unverletzt herauslösen. Sie zerrissen mir dabei stets und ich erhielt immer nur die den einzelnen Zellen entsprechenden Schleimballen, wobei dieselben die obenerwähnte feinkörnige Structur zeigten.

Die Resultate, die sich aus den angeführten Beobachtungen ergeben, sind folgende:

Zunächst geht daraus deutlich hervor, dass der von Frank[1] aufgestellte Satz, „dass die als normale Bestandtheile des vegetabilischen Gewebes auftretenden Cellulose- und Gummistoffe schon bei ihrer Entstehung in den chemischen und physikalischen Eigenschaften des fertigen Zustandes erscheinen" auch für den Schleim der *Fegatella* Giltigkeit behält. Ferner lehrt uns die Verfolgung der Entwicklungsgeschichte deutlich, dass die Schleimschichten nicht auf Kosten der Membranen der Schläuche entstehen; man mus vielmehr annehmen, dass das Material zu ihrer Bildung von dem Protoplasma der Zellen geliefert wird, welches niemals Stärkeeinschlüsse zeigt. Da in demselben auch niemals dasVorhandensein von Zucker oder eines dextrinartigen, basisches Kupferoxyd reducirenden Stoffes sich nachweisen lässt, der als Bildungsstoff für die Schleimschichten angesehen werden könnte, und andererseits das Protoplasma der Zellen nicht in dem Masse abnimmt, in welchem die Schleimschichten an Stärke zunehmen, so ist anzunehmen, dass mit der Bildung der letzteren Neubildungen im Protoplasma Hand in Hand gehen.

Was die Art und Weise des Wachsthums der Schleimschichten anlangt, so darf man dasselbe nicht ohne Weiteres als ein Wachsthum durch Apposition auffassen. Das würde nur dann möglich sein, wenn die Zellen zur Zeit, wo die Ablagerung der Schleimschichten beginnt, ihr Wachsthum bereits abgeschlossen hätten. Dies ist aber hier nicht der Fall, sondern es wächst, wie aus dem Vorhergehenden deutlich ersichtlich ist, die Zelle selbst noch während des Processes. Es muss daher nothwendiger Weise bei der Entstehung aller Schichten, welche vor dem Wachsthumsabschlusse der Zelle selbst gebildet werden,

[1] „Über die anatomische Bedeutung und die Entstehung der vegetabilischen Schleime." S. 198.

Intussusception mit thätig sein. Durch Apposition allein dagegen lassen sich nur diejenigen letzten Schichten entstanden denken, welche noch nach dem Wachsthumsabschlusse der Zelle gebildet werden.

Ist es gestattet, ein Analogon aus dem bisher über Schleimbildung Bekannten anzuführen, so würde die Art und Weise der Entstehung des Schleims durchaus mit derjenigen übereinstimmen, nach welcher sich die Bildung ähnlicher Schleimschichten in gewissen Schleimzellen der Malven vollzieht. Nach Frank[1] enthalten dieselben im Jugendzustande ebenfalls nur Protoplasma und sind vollständig von Stärke frei. Die Congruenz dieser beiden Fälle würde sich — nach demselben Forscher — auch auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften erstrecken, indem der Schleim der Malven ebenfalls erst nach Alkoholzusatz eine Schichtung erkennen lässt und in chemischer Beziehung sein Verhalten Jod und Schwefelsäure gegenüber dasselbe ist, wie das des Schleimes von *Fegatella*, worauf schon oben hingewiesen wurde.

Als weitere Beispiele für die Absonderung eines quellbaren Schleimes aus dem Protoplasma würden sich anführen lassen: Die quellbare Zwischensubstanz im Sporangium von *Pilobolus anomalus* (bewirkt die Abtrennung des Sporangiums vom Träger) und anderer Pilze,[2] im *Capillitium* der Myxomyceten und in den Sporangien der Ascomyceten.[3]

Es bleibt schliesslich noch die Frage zu beantworten, welches das endliche Schicksal der Schleimschläuche im Thallus von *Fegatella* ist. Untersucht man der Reihe nach Schnitte durch immer ältere Theile desselben, so wird man zunächst überzeugt, dass schliesslich alles Protoplasma der Zellen in die Schleimbildung eingeht. Ist dies geschehen, ist der Zustand erreicht, in

---

[1] A. a. O. S. 166

[2] Brefeld: Bot. Untersuchungen über Schimmelpilze:
I. *Mucor Mucedo*, S. 16 u. 17.
IV. *Pilobolus*, S. 64—66. Ferner l. c. Tafel II, Fig. 10 u. 11.

[3] Woronin: Beiträge zur Morphologie der Pilze: Über Sordaria.
Zopf: Über den Mechanismus der Sporenentleerung bei den Ascomyceten. Sitzungsberichte der Gesellsch. naturforsch. Freunde zu Berlin. Febr. 1880.

welchem die Zellen vollständig von dem Schleime erfüllt sind, so findet keine weitere Veränderung in den Schläuchen mehr statt. Nahe dem absterbenden Ende des Thallus, da, wo die chlorophyllführenden Zellen der Luftkammerschichte bereits ausser Function gesetzt, die Zellen des interstitienlosen Gewebes von Stärke entleert und ihre Membranen theilweise schon gebräunt sind, kann man sich noch deutlich von dem Vorhandensein der Membranen der Schläuche, von der Schichtung des Schleimes und von seinem unveränderten chemischen Verhalten überzeugen. Die Membranen der Schläuche bleiben überhaupt bis zuletzt erhalten. Sie werden natürlich auch, wie die der umgebenden Zellen gebräunt, sind in diesem Zustande aber noch in dem äussersten Ende des Thallus zu bemerken. Anders verhält es sich mit dem Inhalt. Derselbe ist zwar häufig genug auch noch in den gebräunten Membranen enthalten, schliesslich findet man aber doch die Schläuche leer. Die Thatsache ist einfach zu erklären: Durch das Absterben des Thallus werden die zu äusserst gelegenen Schläuche an ihrem hinteren Ende geöffnet und dadurch wird ein Austreten des Schleimes ermöglicht. Die Beobachtung bestätigt diese Annahme, denn nur im äussersten Ende des Thallus finden sich leere Schläuche und ihre Querwände erweisen sich als durchgerissen.

Ich verlasse hiermit den bisher erörterten Gegenstand und wende mich, indem ich betreffs der noch zu berücksichtigenden Frage nach der physiologischen Bedeutung der Schläuche auf das am Schlusse der Arbeit Gesagte verweise, nunmehr zu einer Betrachtung der Schleimzellen derselben Pflanze.

Es ist bereits im Vorhergehenden bemerkt worden, dass *Fegatella* ausser den Schleimschläuchen noch einzelne Schleimzellen von gleicher Beschaffenheit besitzt. Während jene nur in der Mittelrippe des Thallus vorkommen, sind diese nicht allein im ganzen Thallus verbreitet, sondern finden sich auch in den männlichen und weiblichen Receptakeln. Was die Vertheilung der Zellen anbetrifft, so ist insofern ein Unterschied vorhanden, als sie in den männlichen Receptakeln und in der Mittelrippe des Thallus nur sehr zerstreut auftreten, während sie in den Randtheilen des letzteren und in den weiblichen Receptakeln in so grosser Menge gefunden werden, dass man auf jedem Schnitte

eine grössere Anzahl derselben beobachten kann. Im Thallus sind sie gleich den Schläuchen, auf das interstitienlose Gewebe beschränkt und liegen hier grösstentheils unmittelbar unter der Luftkammerschichte (Taf. II, Fig. 11); in den Receptakeln bevorzugen sie die gleiche Lage, kommen in denselben aber auch in der Luftkammerschichte selbst vor.

Niemals beobachtete ich die Schleimzellen in der Epidermis und ebensowenig in den die einzelnen Luftkammern des Thallus von einander abgrenzenden Scheidewänden. In dem Stiele der weiblichen Receptakeln und in den Amphigastrien sind sie gleichfalls nicht vorhanden.

In Betreff des Inhalts verhalten sie sich durchaus, wie die Zellen der Schläuche. Der Schleim zeigt auf frischen Schnitten dieselbe homogene Beschaffenheit, das nämliche chemische Verhalten und lässt nach Behandlung mit Alkohol auch die charakteristische Schichtung und bräunliche Färbung erkennen. (Taf. II, Fig. 12.)

Eigenthümlich ist den Schleimzellen nur, dass die Schleimschichte in der ventralen — d. h. in der der Bauchseite des Thallus zugewandten — Hälfte der Zelle stets bedeutend stärker ist, als in dem dorsalen Theile derselben. In jüngeren Thallustheilen liegt der Schleimschichte ein Protoplasmaschlauch auf, der bei der Quellung der ersteren zusammengedrückt wird: in älteren findet man die Zellen vollständig von dem Schleime erfüllt. Weitere Veränderungen sind dann nicht mehr zu beobachten. Die Desorganisation der Zellen findet in gleicher Weise wie die der Schläuche im absterbenden Ende des Thallus statt.

Eine Verfolgung der Entwicklungsgeschichte dieser einzelnen Schleimzellen ist insofern nicht ohne Schwierigkeiten, als dieselben ausserordentlich früh und nahe dem Vegetationspunkte differenzirt werden. In einer Region des Thallus, in welchem in der Mittelrippe die Schläuche noch als dünnwandige Zellreihen mit bedeutendem Plasmagehalt erscheinen, beobachtet man in den Randtheilen die Schleimzellen bereits in ziemlich vollständig ausgebildetem Zustande. Da nun aber in der That in der unmittelbaren Nähe des Scheitels sich Zellen finden, die durch eine noch wenig mächtige Schleimschichte und einen grösseren Plasmagehalt ausgezeichnet (vergl. Taf. 1. Fig. 6), volle Ähnlichkeit

mit den Zellen jüngerer Schläuche darbieten und sich in jeder Beziehung wie diese verhalten, so darf mit Rücksicht auf die beobachteten Analogien mit voller Sicherheit geschlossen werden, dass das, was für die Entstehung des Schleimes in Bezug auf die Schläuche gesagt worden ist, auch für die Schleimzellen Giltigkeit behält.

Schliesslich mag noch erwähnt werden, dass Schleimzellen und Schleimschläuche im Thallus von *Fegatella* sich nicht als Extreme gegenüber stehen. Im Randtheile des Thallus hat man oft Gelegenheit, zwei aneinanderstossende Schleimzellen zu beobachten; in der Mittelrippe fand ich kurze Reihen, in welchen drei oder vier oder wenig mehr Zellen zusammengefügt waren, zu wiederholten Malen. Es sind daher alle Zwischenstufen zwischen einzelnen Schleimzellen und Schleimschläuchen, die sich durch bedeutende Länge auszeichnen, vorhanden.

Was nun die übrigen von mir untersuchten Marchantieen betrifft, so fand ich bei keiner derselben derartige Schläuche, wie sie im Vorhergehenden für *Fegatella* beschrieben worden sind. Dagegen konnte ich einzelne Schleimzellen bei mehreren nachweisen. Da sich dieselben, was das physikalische und chemische Verhalten ihres Inhalts anbetrifft, genau so, wie die Schleimzellen von *Fegatella* verhalten, so werde ich im Folgenden, bei der Aufzählung der gewonnenen Resultate, nur über die Art und Weise ihres Vorkommens zu berichten haben.

Marchantia.

Marchantia polymorpha[1] besitzt zahlreiche grosse Schleimzellen im interstitienlosen Gewebe der weiblichen Receptakeln, wo sie ebenfalls meist unmittelbar unter der Luftkammerschichte liegen. In geringerer Anzahl sind sie in den männlichen Receptakeln enthalten. Im Thallus fand ich sie niemals.

Von *Marchantia cartilaginea*[2] stand mir nur getrocknetes Material des Thallus zur Verfügung. Es fanden sich darin ausser-

---

[1] Vergl. Sachs: Lehrbuch der Botanik, IV. Aufl., Fig. 2 und 3, S. 355.
[2] Vergl. Voigt: Beitrag zur vergl. Anat. d. March. Bot. Ztg. 1879.

ordentlich grosse Schleimzellen nicht allein im interstitienlosen Gewebe, sondern auch in der Epidermis, die dann, — nach Quellung des Inhalts — gespalten erscheint. Sie sind hier schon mit unbewaffnetem Auge zu erkennen.

Bei *Marchantia paleacea* beobachtete ich einzelne kleine Schleimzellen im interstitienlosen Gewebe der Brutbecherwandungen. Dagegen fehlen sie im Thallus und in den weiblichen Receptakeln. Männliche Receptakeln hatte ich nicht zur Verfügung.

Negative Resultate ergaben sich mir bei *M. tabularis* (wovon ich Thallus und männliche Receptakeln) bei *M. papillata* (wovon ich Thallus und weibliche Receptakeln) und bei *M. Berteroana*, *M. geminata* und *M. linearis* (wovon ich nur getrocknete Thallusstücke ohne Receptakeln) untersuchen konnte.

In Betreff der *Marchantia chenopoda* stellte mir Herr Prof. Leitgeb gütigst eine Notiz zur Verfügung. Darnach besitzt diese Art grosse Schleimzellen im Thallus (wo sie sich auch in der Epidermis und den Scheidewänden der Luftkammerschichten finden) und in den weiblichen Receptakeln.

Preissia.

Was *Preissia commutata* betrifft, so hat bereits Göbel[1] das Vorkommen von Schleimzellen im Thallus derselben festgestellt; meine Untersuchungen ergaben ein gleiches Resultat auch für *Preissia quadrata*. Bei beiden Species finden sich die Schleimzellen im interstitienlosen Gewebe des Thallus zerstreut; bei beiden sind sie in grösserer Anzahl in den Randtheilen, als in der Mittelrippe vorhanden. In den weiblichen Hüten von *Preissia commutata* beobachtete ich sie nicht; bei *Preissia quadrata* fand ich sie wenigstens nicht in jüngeren weiblichen Receptakeln. Ob sie in den Antheridienständen vorkommen, muss ich — da mir solche nicht zu Gebote standen — dahingestellt sein lassen.

Clevea hyalina und *Plagiochasma Rousselianum.*

Besonders ausgezeichnet durch das Vorkommen von Schleimzellen sind endlich zwei mit *Sauteria* verwandte Formen: *Clevea hyalina* und *Plagiochasma Rousselianum*. Beide besitzen Schleimzellen im interstitienlosen Gewebe des Thallus in bedeutender

[1] A. a. O. S. 533.

Anzahl — bei *Plagiochasma Rousselianum* sind dieselben von so ansehnlicher Grösse, dass sie im gequollenen Zustande leicht als grosse Intercellularräume gedeutet werden können — ausserdem aber finden sich bei beiden Formen zahlreiche Schleimzellen in der mächtig entwickelten Luftkammerschichte. Man beobachtet sie in der letzteren besonders da, wo die einzelnen, die Luftkammern bildenden Zellflächen einander schneiden; an Grösse übertreffen sie hier die umgebenden Zellen meist nur um ein Geringes.

Die männlichen Receptakeln von *Clevea* verhalten sich, mit Rücksicht auf das Vorkommen von Schleimzellen, ebenso wie der Thallus; ob dasselbe auch für die weiblichen gilt, wage ich nicht zu entscheiden, da mir nur ein einziges, ziemlich desorganisirtes, mit entleerten Sporogonien zu Gebote stand.

Von *Plagiochasma Rousselianum* hatte ich weder männliche noch weibliche Receptakeln zur Verfügung.

Schliesslich habe ich noch die grössere Anzahl der Species aufzuführen, bei welchen ich keinerlei Schleimorgane nachweisen konnte. Indessen können meine diesbezüglichen Angaben — muss ich hinzufügen — insofern keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen, als mir von keiner der zu erwähnenden Arten vollständige Exemplare mit männlichen und weiblichen Receptakeln zu Gebote standen. Von dem einen Theile, welcher die Arten: *Plagiochasma crenulatum, Reboulia hemisphaerica, Grimmaldia hypophylla, Fimbriaria fragrans, Fimbriaria pilosa, Lunularia vulgaris* umfasste, hatte ich nur Thallusstücke mit weiblichen Receptakeln zur Verfügung; von dem andern Theile, zu welchem *Sauteria alpina, Plagiochasma Aitonia, P. cordatum, P. elongatum, Fimbriaria Lindenbergiana, Fimbriaria marginata, Dumortiera irrigua* zählten, konnte ich nur Thallusstücke untersuchen.

Absolut lässt sich demnach allen diesen Formen das Vorhandensein von Schleimzellen nicht absprechen, und wenn ein solches auch mit Rücksicht auf die gemachten Erfahrungen, für die erste Gruppe der genannten Species wenigstens ziemlich problematisch sein dürfte, so wird die endgiltige Lösung der Frage, ob allen Marchantieen Schleimzellen zukommen oder nicht, doch erst von ergänzenden Untersuchungen zu erwarten sein.

Bei denjenigen Species, für welche im Vorhergehenden Schleimzellen nachgewiesen wurden, ist die Art und Weise des Auftretens derselben eine so constante, dass man sich beim Bestimmen dieser Formen der gewonnenen Resultate als eines nützlichen Hilfsmittels wird bedienen können.

Während im Vorhergehenden über die Verbreitung, Beschaffenheit und Entstehung der Schleimorgane der Marchantieen des Näheren abgehandelt worden ist, hat die Frage nach der physiologischen Bedeutung derselben noch keine Berücksichtigung gefunden. Diese Frage zu erörtern, wird demnach die letzte Aufgabe der vorliegenden Untersuchung sein.

Es scheint mir in dieser Hinsicht als das Zweckmässigste, die Ansichten, die andere Forscher über die Bedeutung ähnlicher Schleimorgane bei anderen Pflanzen ausgesprochen haben, herbeizuziehen und zu untersuchen, ob und in wieweit mit Rücksicht auf die im Vorhergehenden gewonnenen Resultate, eine Anwendung derselben auf den vorliegenden Fall der Marchantieen möglich sei.

A. Trecul[1] gibt für die Schleimzellen der Malvaceen (deren Ähnlichkeit mit denen der Marchantieen bereits mehrfach betont wurde), der Cacteen, Sterculiaceen etc. an, „que toutes ces cellules sont plus tard liquéfiées et employées sans doute à la nutrition de la plante". Dass diese Ansicht, auf die Schleimorgane der Marchantieen angewendet, sich ebenso haltlos erweisen müsste, als dies für die von Trecul selbst angegebenen Formen der Fall ist, geht zur Genüge aus dem über das Verhalten der Schleimorgane in älteren Thallustheilen Gesagten hervor und bedarf keiner weiteren Ausführung.

Von ganz anderem Standpunkte aus betrachtet Hanstein die physiologische Bedeutung der Schleimzellen der Cacteen, Aloineen, Cycadeen. Er betont vor Allem die Imbibitionsfähigkeit des Schleimes und meint, mit Rücksicht darauf, dass die Schleim-

---

[1] „Des mucilages chez les Malvacées, le Tilleul, les Sterculiacées, les Cactées et les Orchidées indigènes."
L'institut 1862. p. 314—316.

zellen immer ausserordentlich früh und nahe dem Vegetationspunkte differenzirt werden, „müsse die Hypothese erlaubt sein, dass dieselben dazu bestimmt seien, als innerer Schwellapparat die Säftespannung gerade da auf das Maximum zu bringen, wo dies am nöthigsten sei.“ [1]

„Denn, fährt er fort, die stets nach oben unter der Knospe am dichtesten zusammengedrängten Gummibehälter aller Art müssen den Säftestrom energisch in diese hineinziehen helfen (während sie der Wurzeldruck seinerseits hebt). Das Gummi reisst und hält Wasser im Übermass an, widersetzt sich der Verdunstung und unterhält den höchsten Druck der Säftemasse im umgebenden Zellgewebe. So viel Gummizellen oder Gummigänge, ebensoviele Schwellorgane sind im Zellgewebe vertheilt.“

Diese Ansicht, die Hanstein betreffs der physiologischen Bedeutung der Schleimzellen bei den Cacteen und andern Familien abgegeben hat, dürfte mit grösster Wahrscheinlichkeit auch auf die Schleimorgane der Marchantieen zu übertragen sein. Man hat dieselben jedenfalls in erster Linie als Schwellkörper zu betrachten. Es wird dies umsomehr einleuchten, als im Vorausgegangenen genügende Beispiele für die starke Wasseranziehung des Marchantieenschleimes gebracht worden sind, andererseits aber auch nachgewiesen worden ist, dass die Schleimzellen gleich denen der Cacteen ausserordentlich früh in grosser Menge in der Nähe des Scheitels differenzirt werden. Dasselbe gilt, was von besonderer Wichtigkeit ist, auch für die Receptakeln, die sowohl bei *Fegatella* als auch bei *Marchantia polymorpha* bereits in den jüngsten Stadien die Schleimzellen erkennen lassen.

Erwägt man ferner, wie zweckmässig für den Stoffwechsel eine Anordnung zahlreicher solcher wasseranziehenden Gewebselemente unmittelbar unter dem lacunösen assimilatorischen Gewebe des Thallus sein muss, so wird unsere Annahme auch die Thatsache verständlich machen, dass die Schleimzellen im interstitienlosen Gewebe in der Regel in grösster Anzahl unmittelbar unter der Luftkammerschichte angetroffen werden.

---

[1] Hanstein: „Über die Organe der Harz- und Schleimabsonderung in den Laubknospen.“ Bot. Ztg. 1868. S. 771—772.

Im vielkammerigen Gewebe von *Clevea hyalina* und *Plagiochasma Rousselianum* endlich werden die Schleimzellen, insofern sie die Turgescenz zu erhöhen im Stande sind, ebenfalls von besonderem Vortheil sein.

Göbel's Annahme, in den Schleimorganen gleichsam Wasserreservoire zu sehen, welche dazu bestimmt sein sollen, den Thallus im Falle eintretender Dürre vor dem Austrocknen zu schützen, wird durch die Hanstein'sche Ansicht nicht ausgeschlossen, scheint mir aber jedenfalls ferner zu liegen, als diese. In erster Linie wird bei Beurtheilung der Bedeutung des Schleims immer darauf Rücksicht zu nehmen sein, dass derselbe vermöge seiner grossen ImbibitionsfähigkeitWasser in bedeutendem Masse an sich zu reissen und festzuhalten vermag; es ist unmittelbar klar, dass die schleimführenden Organe zufolge dieser Eigenschaft ausserordentlich zur Straffheit des Gewebes beitragen müssen. Nimmt man dagegen an, dass dieselben vorzugsweise dazu bestimmt sein möchten, unter gewissen Umständen Wasser an das umgebende Zellgewebe abzugeben, so beschränkt sich damit ihre Bedeutung auf gewisse Ausnahmefälle.

Was endlich im Speciellen die Schleimschläuche von *Fegatella* anbelangt, so dürfte die von Leitgeb ausgesprochene Vermuthung, dass dieselben eine fördernde Wirkung auf das Längenwachsthum ausüben möchten, keinem Widerspruche begegnen. Mit unserer allgemeinen Annahme stimmt dieselbe im Princip insofern durchaus überein, als sie ebenfalls auf die durch die grosse Imbibitionsfähigkeit des Schleimes verursachten Gewebespannungen besonderes Gewicht legt, während Göbel's Ansicht, nach welcher die Schläuche als der Wasserbewegung dienende Organe aufzufassen sein möchten, hauptsächlich durch seine Annahme bedingt wird, dass jene den Thallus continuirlich durchziehen, was in Wirklichkeit nicht der Fall ist.

Abriss der Resultate.

1. Unter den Marchantieen ist eine grössere Anzahl von Formen mit Schleimorganen ausgestattet, und zwar finden sich einzelne Schleimzellen bei: *Marchantia polymorpha*, *M. carti-*

laginea, M. chenopoda, M. paleacea, Preissia commutata, P. quadrata, Clevea hyalina und *Plagiochasma Rousselianum*, neben Schleimzellen auch Schleimschläuche bei *Fegatella conica.*

2. Die Schleimzellen treten sowohl im Thallus, als auch in den männlichen und weiblichen Receptakeln auf und zwar vorzugsweise im interstitienlosen Gewebe, wo sie meist in besonders grosser Anzahl unmittelbar unter der Luftkammerschichte gefunden werden; in selteneren Fällen finden sie sich auch in der Epidermis *(M. cartilaginea, M. chenopoda)* und in den Scheidewänden der Luftkammerschichte *(Clevea hyalina, Plagiochasma Rousselianum, Marchantia chenopoda.)*

3. Die Schleimschläuche von *Fegatella conica* sind ausschliesslich dem interstitienlosen Gewebe der Mittelrippe des Thallus eigen.

4. Schleimzellen und Schleimschläuche werden ausserordentlich früh und nahe dem Vegetationspunkte differenzirt. Sie sind im jüngsten Zustande durch dünne Membranen und reichlichen Plasmainhalt ausgezeichnet.

In die Bildung eines Schlauches gehen in der Regel mehrere Segmente ein.

5. Der Schleim entsteht durch Absonderung des Protoplasmas, welches niemals Stärke enthält. Er liegt der primären Zellwand als eine anfangs dünne, mit zunehmendem Alter der Zelle an Stärke wachsende Schicht auf und erscheint schon bei der Entstehung in den chemischen und physikalischen Eigenschaften des fertigen Zustandes. Er zeigt starke Lichtbrechung und bedeutende Quellungsfähigkeit, lässt bei Einwirkung von Alkohol Schichtung und bräunliche Färbung erkennen und darf mit Rücksicht auf die gelbe Reaction, welche durch Jod und Schwefelsäure bewirkt wird, dem Pflanzengummi zugezählt werden.

6. In älteren Thallustheilen erweisen sich sowohl die Schleimzellen, als auch die Schläuche vollständig von dem Schleime erfüllt. Es geht demnach das Plasma vollständig in die Bildung desselben ein.

7. Die Thatsache, dass die Zellen während der Bildung der Schleimschichten selbst noch an Grösse zunehmen, macht die Annahme nothwendig, dass bei der Entstehung aller derjenigen

Schichten, welche vor dem Wachsthumsabschlusse der Zellen gebildet werden, vornehmlich Intussusception thätig sein muss. Ein ausschliesslich durch Apposition erfolgendes Wachsthum würde sich allein den nach Wachsthumsabschlusse der Zellen gebildeten Schichten zuschreiben lassen.

8. Die Membranen der Schläuche gehen im Laufe der Entwicklung nicht in einen quellbaren Zustand über, sondern bleiben bis in das Ende des Thallus hinein erhalten. Durch das Absterben desselben werden die Schläuche nach einander von hinten her geöffnet und ihr Inhalt entleert.

Ebenso findet die Desorganisation der Schleimzellen im Thallusende statt.

9. Über die physiologische Bedeutung der Schleimorgane der Marchantieen lässt sich etwas unzweifelhaft Sicheres nicht aussagen. Mit Rücksicht auf die bedeutende Imbibitionsfähigkeit ihres Inhalts dürften sie am wahrscheinlichsten für Schwellkörper gehalten werden können.

Erklärung der Tafeln.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf *Fegatella conica*. Die Vergrösserungen sind in Parenthesen angegeben.

Tafel I.

Fig. 1. Längsschnitt durch die Scheitelregion des Thallus mit dem vorderen Theil eines Schlauches. (240.)

„ 2. Ähnlicher Längsschnitt. Der Schlauch ist am hinteren Ende geöffnet, die Membranen der älteren Zellen sind in Folge des Austretens des Schleimes durchgerissen, die Plasmakörper nach dem Ausgange geführt worden. (240.)

„ 3. Jüngerer Schlauch, dessen mittlere Zellen durch schiefe Wände getheilt sind. (350.)

„ 4. Medianer Längsschnitt durch den Scheitel eines Thallus (die Amphigastrien sind abpräparirt). (350.)

„ 5. Querschnitt eines Schlauches mit den umgebenden Zellen.

„ 6. Sehr frühes Stadium einer Schleimzelle aus der unmittelbaren Nähe des Scheitels. (Der Inhalt der umgebenden Zellen ist nicht ausgeführt.) (350.)

Tafel II.

Fig. 7. Längsschnitt durch ein jüngeres Thallusstück mit einem Schlauche, welcher die Gliederung in einzelne Abschnitte besonders deutlich erkennen lässt. (240.)

„ 8. Mittlerer Theil eines jüngeren Schlauches mit durch Längswände getheilten Zellen. (350.)

„ 9. Längsschnitt durch ein jüngeres Thallusstück. (Alkoholmaterial.) Schichtung des Schleims. (240.)

„ 10. Längsschnitt durch ein älteres Thallusstück. (Alkoholmaterial.) Schichtung des Schleims. (240.)

„ 11. Schleimzellen aus dem Randtheile des Thallus. (240.)

„ 12. Schleimzelle aus dem äussersten Randtheile des Thallus. (Alkoholmaterial.) (240.)

Sämmtliche Zeichnungen wurden mittelst eines Zeichenprismas entworfen.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

R. Prescher gez. F. Schima lith.

Druck v. J. Wagner Wien

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

R. Prescher gez. F. Schima lith. Druck v. J. Wagner Wien